

SIGIPR – SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO DE PERÍMETROS DE REGA

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 09/02/2022

José Carlos Lopes Soares

Quinta da Ordem
Vila Velha de Rodão - Portugal

António Canatário Duarte

Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola
Superior Agrária, Castelo Branco – Portugal;
Centro de Estudos CERNAS-IPCB
Castelo Branco – Portugal
<https://orcid.org/0000-0002-0319-378X>

RESUMO: O SIGIPR (Sistema de Gestão Integrado de Perímetros de Rega) constitui a ferramenta de uma Junta de Agricultores para a gestão dos Aproveitamentos Hidroagrícolas do Açafal e Coutada/Tamujais (Vila Velha de Rodão, Portugal), de forma a dar cumprimento ao estabelecido no DR n.º 86/82 de 12 de Novembro (estabelece a base dos Regulamentos das Juntas de Agricultores para os pequenos regadios de interesse local, definindo as atribuições das Juntas de Agricultores, estabelecimento das Taxas, respectivos critérios e valores a cobrar), e ainda, o Decreto-Lei n.º 86/2002 de 6 de Abril, que actualiza o regime jurídico das obras de aproveitamento hidroagrícola estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 269/82 de 10 de Julho, que estabelece e actualiza um conjunto de regras e procedimentos, nomeadamente quanto às Taxas de Conservação e Exploração e à liquidação e cobrança das mesmas taxas. Funcionando

como ferramenta única, os seus módulos facilitam a gestão das Campanhas de Rega dos Aproveitamentos Hidroagrícolas referidos, bem como define os critérios obrigatórios da respectiva regulamentação, com o fim de adequar a especificidade dos Perímetros, integrando variados tipos de abastecimento (Baixa Pressão, Média Pressão, Alta Pressão e Bombagem).

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamentos hidroagrícolas, juntas de agricultores, ferramentas de gestão, sistema SIGIPR.

SIGIPR – INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM FOR IRRIGATION SCHEMES

ABSTRACT: The SIGIPR (Integrated Management System of Irrigation Perimeters) is a tool for management of the Irrigation Schemes of Açafal and Coutada/Tamujais (Vila Velha de Rodão, Portugal), in order to perform the established in the DR n° 86/82, 12 November (establish the basis of the rules for small irrigation schemes with local interest, defining the assignments of Farmer Associations, establish the water rates, their criteria and values to be charged), and, with the DR n° 86/2002, April 6, updating the legal status of the irrigation project works established by DR n° 269/82, 10 July, and establish and updating a set of rules and procedures, namely the conservation and exploration rates and the charging of the same rates. Functioning as a single tool, the modules facilitate the management of the irrigation seasons inside the irrigation schemes, as well as execute the required criteria of the relevant regulations, in order to suit the specificity of the schemes, integrating various types of supply and

pumping.

KEYWORDS: Irrigation schemes, farmer associations, management tools, SIGIPR system.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

As características do clima em Portugal, alternando anos hidrológicos de forte pluviosidade com outros fraca pluviosidade, e com as áreas mais a sul a sob períodos de seca, levou as entidades institucionais, e individualmente as populações, a recorrer ao uso de obras de hidráulica, de mais ou menos complexidade, para fazer face aos períodos de falta de água para uso na agricultura. Na nossa história recente, nos finais da década de 30 do século passado, com a Lei n.º 1:949, de 15 de Fevereiro de 1937, assumiu-se que competia ao Estado o estudo e implementação de obras de fomento hidroagrícola. Na década de 80 do século passado, o Estado com o Decreto-Lei n.º 269/92 de 10 de Julho, vem rever a anterior Lei com aspectos fundamentais, envolvendo a caracterização e classificação das obras, os projectos, a sua forma de execução, bem como da participação activa de todos os beneficiários, novas organizações para a gestão dos perímetros de rega, e respectivo financiamento. No mesmo Decreto-Lei é reconhecida a importância dos pequenos regadios, no racional aproveitamento dos recursos hídricos nacionais, bem como de formas de promoção da sua expansão e desenvolvimento (Duarte, 2017). É neste enquadramento, que em 1997 entra em funcionamento o actual Aproveitamento Hidroagrícola do Açafal, e mais tarde o Aproveitamento Hidroagrícola da Coutada/Tamujais, no ano de 2004.

1.2 Objectivo

Os objectivos que nortearam a realização deste estudo são o desenvolvimento para o cumprimento da legislação e regulamentação legal em vigor, de um conjunto de ferramentas de software, que ajudem e automatizem os procedimentos de gestão para um Perímetro de Rega, bem como do fornecimento de dados para outras aplicações ou produção de documentos, que usem os dados contidos nas suas bases de dados.

2 | METODOLOGIAS

2.1 Caracterização dos Aproveitamentos Hidroagrícolas

Os Aproveitamentos Hidroagrícolas do Açafal e da Coutada/Tamujais contam com uma área beneficiada de 329 ha e 476 ha, respectivamente. O Aproveitamento Hidroagrícola do Açafal desenvolve-se ao longo das ribeiras do Açafal e Lucriz, na freguesia de Vila Velha de Ródão, concelho de Vila Velha de Ródão, distrito de Castelo Branco (Figura 1) (DGADR, 2016). O Aproveitamento Hidroagrícola da Coutada/Tamujais desenvolve-se ao longo das

ribeiras do Lucriz, dos Tamujais e do Prior, abrangendo cerca de 476 ha, nas freguesias de Vila Velha de Ródão e Perais, concelho de Vila Velha de Ródão, distrito de Castelo Branco (Figura 1) (DGADR, 2016). Nos dois aproveitamentos predomina o regime de pequena propriedade, contando o do Açafal com 90 beneficiários, e da Coutada/Tamujais com 34 beneficiários

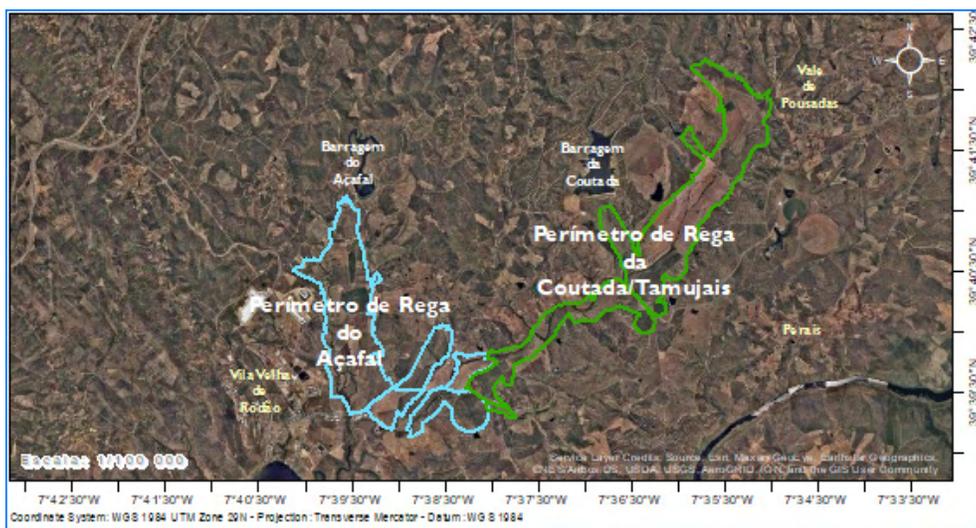


Figura 1 - Mapa com as áreas dos perímetros de rega dos AH Açafal e AH Coutada/Tamujais.

As principais culturas praticadas são milho, sorgo, nogal, feijão frade, olival e prados (dados de 2017). A taxa de adesão ao regadio (nível de aproveitamento) em 2017 de áreas regadas cifra-se nos valores de 52,90% e 51,23% respectivamente. Em 2012, as duas Juntas de Agricultores decidem criar os Serviços dos Regadios de Ródão, de forma que no mesmo local funcionassem os serviços internos das mesmas com a partilha de meios e recursos.

2.2 Desenvolvimento do sistema SIGIPR

O sistema SIGIPR (Sistema de Gestão Integrado dos Regadios de Ródão), é uma aplicação informática desenvolvida de base para a gestão dos aproveitamentos hidroagrícolas dos Regadios de Ródão, nas suas componentes de identificação cadastral e parcelar actualizada, identificação de regantes, campanhas de rega, emissão automática da facturação de cada regante para efeitos das Taxas Conservação/Manutenção e Exploração, produção de informação sobre a forma como está a ser utilizada a água relativamente à optimização na sua utilização, monitorização do comportamento hidráulico das barragens do Açafal e Coutada, monitorização das Estações elevatórias ou de Bombagem, e produção diária de informação das necessidades hídricas das culturas mais representativas dos

dois Aproveitamentos Hidroagrícolas. Pretende-se que seja uma aplicação customizável que permita a sua adaptação às realidades e necessidades de outros Aproveitamentos Hidroagrícolas com as mesmas tipologias, e tendo em conta os baixos recursos que as Juntas de Agricultores ou similares dispõem, nomeadamente de pessoal.

Com a criação primeiro da Junta de Agricultores do Açafal e depois da Junta de Agricultores do Regadio Colectivo da Coutada/Tamujais, com a finalidade da gestão dos respectivos Aproveitamentos Hidroagrícolas, colocava-se a questão de como se deveria proceder para efectivar essa gestão, e das formas e obrigações legais a cumprir pelo enquadramento legal em vigor. Para dar resposta aquela questão, foram definidos os critérios, procedimentos e regras para os vários sistemas de abastecimentos (sistema por baixa pressão, sistema por alta pressão e sistema por bombagem), bem como para os regantes precários (localizados fora das áreas beneficiadas) para fins exclusivamente agrícolas. Em assembleia de agricultores, no dia 25 de Fevereiro de 2012, foi aprovado o regulamento e respectivo sistema de gestão, para o uso da ferramenta informática SIGIPR, que desde essa data sido o instrumento base utilizado para operar nos perímetros de rega do Açafal e Coutada/Tamujais.

2.3 Ferramentas informáticas e arquitetura do sistema SIGIPR

2.3.1 Ferramentas informáticas

O SIGIPR foi desenvolvido originalmente usando como modelo de interface o software MSAccess 2003 da Microsoft, conjugado com módulos de programação em VBA (Visual Basic for Applications). Actualmente procedeu-se à migração para a versão do MSAccess 2016. A ferramenta MSAccess, enquanto base de dados, permite assim a produção de tabelas e consultas, usadas nos formulários de trabalho, saídas de relatórios para impressão e produção de consultas para dados externos. Permite igualmente, a interligação a Geodatabases no uso de dados comuns. O SIGIPR utiliza como ferramenta de apoio o software ArcGis Map (na actual versão 10.6.1) e Explorer for ArcGis (versão para Android), para a produção de dados geográficos, mapas e levantamento de trabalho de campo.

2.3.2 Módulos operacionais

O SIGIPR, enquanto sistema de gestão, está preparado para ser adaptado às tipologias e especificidades dos respectivos Aproveitamentos Hidroagrícolas (AH), que no caso do Açafal tem um sistema de abastecimento em Baixa Pressão, complementado com dois sistemas a jusante da conduta principal, um de Alta Pressão e outro de abastecimento por Bombagem, enquanto que o AH da Coutada/Tamujais é somente servido por um sistema de Média Pressão. Os Menus Principais permitem a navegação e escolha dos vários módulos disponíveis para consulta e para a introdução, criação e alteração de dados

relativos à gestão de cada AH (Figura 2).



Figura 2 – Menu principal do Aproveitamento Hidroagrícola da Coutada/Tamujais.

A Identificação Cadastral é, na estrutura do SIGIPRR, essencial para a base de todo o sistema a par da Identificação dos Regantes pertencentes aos AHs. A partir da Cadastro Geométrico disponível (IGEO, Instituto Geográfico e Cadastral, Portugal), ou, no caso da sua não existência, a partir de um levantamento localizado na área do Perímetro de Rega, é construída, desenhada e codificada toda a informação cadastra para a identificação do prédios integrados nos AHs. Com a Identificação Cadastral é executada toda a actualização das parcelas cadastrais, bem como da sua visualização, alteração dos dados contidos na base de dados Geodatabase do ArcGis, por titular da propriedade/arrendamento, situação da titularidade da parcela e áreas totais, assim como a impressão de informação relativa ao Regante (Figura 3).

Regadio SIGIPAR SIGIPRA IMPRIMIR REGANTE

PERÍMETRO DE REGA DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO AÇAFAL - Regadio Tradicional

Parc Ind	Sist	Reg Cod	Prop Cod	Rend Cod
EGA	171	171	74	
EGA	229	229	74	
EGA	249	249	74	
EGA	250	250	74	
EGA	275	2	275	
EGA	265	265	74	
EGA	275	2	275	
EGA	275	1	275	
EGA	271	271	74	
EGA	261	261	74	
RAP	179	1	179	
RSB	248	246	248	
RSB	248	246	248	
RSB	248	246	248	
RSB	248	246	248	
RSB	250	174	260	
RSB	248	103	248	
RSB	248	246	248	
RSB	248	175	248	
RBL30	RBP	263	1	263
RBP	266	266	74	

IDENTIFICAÇÃO PARCELAR:

Cod da Parcela: **RBL30** Secção: **RB** Parcela: **L30** Data (Atualização): **02-05-2015** Activo:

Nome da Parcela: **TIRA DO AÇAFAL** SubParc. Ind: **1** Sub Parcela:

REGANTE: Reg Cod: **JOSÉ CARLOS LOPES SOARES**

PROPRIEDADE/ ARRENDAMENTO: Proprietário: **MARIA DA GRAÇA ROSADO TRIGUEIROS DE ARAGÃO**
Rendeiro/C/T: **JOSÉ CARLOS LOPES SOARES**

TITULARIEDADE: Situação da Parcela: **C** Nº do Processo:
Pedido de Conservativo: Data do Pedido:
Conservativo: Data da Entrega:

FORNECIMENTO ÁGUA À PARCELA: Suspensão: Motivo da Suspensão:
Data: Envio do Pedido de Restabelecimento:
Data do Restabelecimento do Abastecimento:

ÁREAS (ha): Total: **0,487** Afecta: **0,487**

IFAP: Bloco: **0** Parcelário: **0**

SISTEMA DE REGA E CULTURAS: TipoRega: **Tira da BLD30** TipoCultura:
Obs:

JUNTA DE AGRICULTORES DOS REGADIOS DE RÓDÃO IDENTIFICAÇÃO PARCELAR

Figura 3 – Módulo de identificação cadastral e parcela .

A informação sobre a identificação dos Regantes, conjuntamente com a identificação cadastral, permite a visualização, alteração e criação de novos de dados, a visualização das Parcelas e Facturas emitidas relativas ao regante, a selecção por Código de regante, NIF e Nome, a escolha directa às opções do menu principal e do regante, a impressão da Ficha de Regante, Envelope, Registo e Aviso via CTT, e Extracto de Facturas (Figura 4).

Regantes

Aproveitamento Hidroagrícola: **ACA**

Nome: **MARIA DA GRAÇA ROSADO TRIGUEIROS DE ARAGÃO**
NIF: **121 793 268** REP FIN: Proprietário: Rendeiro:
Morada: **Quinta da Ordem**
Local: **Vila Velha de Ródão**
Cod Postal: **6030-002 VVR(ODÃO)**
Tel Fixo: Tel Móvel:
Fax:
Email: **qordem@mail.telepac.pt**
Obs: **V**

Parcela	Nome	Área Total	Área Afecta	SIT
BLD30	AÇAFAL	6,842	6,223	A
CG004	QUINTA DA ORDEM	66,104	28,464	A
EG030	EG024	1,590	1,590	R
RBD1A	CG004-Quinta da Ordem	14,560	14,425	A
RBL30	TIRA DO AÇAFAL	0,487	0,487	C
TOTAIS		89,683	51,189	

FACTURAS

Externos

Est Num: **265** Renovou:
RegCod: **265** Data de Activação: **31-05-2015**
Nome:
AH: **ACA** Tipo de Distribuição: **Externo B. Pressão - Opção A**
Tipo: **Baba Pressão - Viaturas - Sem Contador** Área (ha): **0,1960**

Campanha: **2018** 3 - Data da Autorização:
1 - Data da Informação: **23-05-2018** 4 - Data Autorização Viatura:
2 - Data do Pedido: **23-05-2018** 5 - Data Autorização Temporária:

Viatura: Tipo: **Viatura de caixa aberta**
Matricula: Marca: **Mitsubishi** Modelo: **L200**

Locais de Abastecimento: Hidrante: **BR.18.3**
Hidrante BR.18.3 (último hidrante da conduta C.18, no caminho agrícola paralelo à EN2413)
Hidrante BR.1.1 (junto ao descarregador da Barragem do Açafal)

Cadastro: **Prédio Rústico da Secção U, Artigo 103 da Freguesia de Sarnadas de Ródão e Concelho de Vila Velha de Ródão, como Proprietário e Área Total de 0,196 ha**

Obs:

Parcela	Nome	Área Total	Área Afecta	SIT	
			0,196	0,196	E
TOTAIS		0,196	0,196		

RESQUISAR

Figura 4 – Módulo de identificação de regantes e regantes externos

A elaboração da informação de uma Campanha de Rega Anual é uma peça

fundamental na gestão de um Aproveitamento Hidroagrícola. Para além de ser a base para a cobrança das Taxas de Exploração, é também uma importante fonte de informação, seja para a campanha actual seja como elemento de consulta do histórico anual de anteriores campanhas de rega (Figura 5). As funcionalidades do ArcGis Explorer em equipamentos portáteis permite no terreno de uma forma fácil a localização GPS, a identificação e a confirmação da informação sobre as parcelas do AH.

PERIMETRO DE REGA DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO AÇAFAL - Regadio Tradicional

Ano	Parcela Ind	Parcela Sub Parcela	Área (ha) Cultura	Tipo Rega	Tipo Cultura	Vol (m3) Previsto	Observações
2017	RBL30	13C-Oeste	0,209	Não Regada	Pastagem Permanente	0	
2017	RBL30	13B-Centro	0,081	Não Regada	Pastagem Permanente	0	
2017	RBL30	13A-Este	0,197	Não Regada	Olival	0	

Titularidade

Proprietário: MARIA DA GRAÇA ROSADO TRIGUEIROS DE ARAGÃO
 Rendeiro: JOSÉ CARLOS LOPES SOARES

Parcelário IFAP

Nº do Bloco: 0 Nº de Parcelário: 0

Áreas (ha)

Total: 0,487 Aflecta: 0,487

Rega

Tipo: _____
 Obs: _____

Culturas

Descrição: _____
 Duração: _____

Escolha o Ano de referência: 2017

Cultura	Área (ha)	Vol (m3)
000 Multi-Culturas	1,010	3.199
CITR Citrinos	0,397	2.181
FFR Feijão Frade e Variantes	2,262	0
HOR Horticultura	5,072	25.362
INV Outono-Inverno	22,848	0
LUZ Luzerna	0,702	1.814
MIL Milharada	17,952	53.859
MILH Milho Silagem	33,899	152.548
MILH Milho Grão	38,651	248.471
NABF Nabo Forrageiro	1,855	2.783
OLI Olival	55,643	74.089
PAST Pastagem Permanente	66,523	21.095
PPM Pomóideas	1,903	6.659
Totais	329,220	734,395

Criar Nova Campanha Anual:

Figura 5 – Módulo da gestão das campanhas de rega.

O módulo de facturação (Figura 6) permite a visualização, alteração de pré-facturas geradas nos módulos de Taxa de Conservação/Manutenção e Taxa de Exploração, bem como de geração de nova factura, a emissão do documento pré-factura e pré-recibo para enviar programa autónomo de facturação, a geração de referência MB (multibanco) inserida na factura para pagamento em caixas ATM, a visualização de facturas liquidadas, no prazo, vencidas com 1º aviso, vencidas com 2º aviso, liquidadas com juro, a emissão de pré-recibo, e a geração de nota de crédito.

Regadios Ródão SIGIPRA FACTURA RECIBO NOTA CREDITO AVISO LISTAGENS REGANTE

PERIMETRO DE REGA DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO AÇAFAL - Regadio Tradicional

Num Fact	Data Factura	T Reg D	Nome	E IA	P ZA	R LJ
01845	03-05-2018	RBP	JOSÉ CARLOS LOPES SOARES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01621	16-05-2017	RBP	JOSÉ CARLOS LOPES SOARES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01510	05-09-2016	RBP	JOSÉ CARLOS LOPES SOARES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01387	23-06-2016	RBP	JOSÉ CARLOS LOPES SOARES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01208	08-07-2015	RBP	JOSÉ CARLOS LOPES SOARES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nº Fact **01845** Data da Factura **03-05-2018** Data do Recibo Enviada em

RegCod **263** Mes **---** Ano **2018**

NIF **162 342 420**
 Nome **JOSÉ CARLOS LOPES SOARES**
 Morada **Quinta da Ordem**
 Local **Vila Velha de Ródão**
 Cod Postal **6030-002 VILA VELHA DE RÓDÃO**

RefInt **M2018C263RBP**
 Tipo de Distribuição **Baixa Pressão**

Desc	Obs	Un	Quant	Valor Unit	Valor	Iva
TCABF Taxa de Conservação (BA-TCBP) [*01]		Ho	1,0	20,0000	20,00	6

Total Factura (Extensio):
 Winte e um euros e vinte cêntimos.

Soma **20,00**
 Iva **1,20**
 Total Factura **21,20**

Obs
 [*01] - O valor da Taxa de Conservação é fixada de acordo com o Artº 66 do Decreto-Lei nº 86/2002 de 6 de Abril, e com o disposto no Capítulo II, Artº 8 e seguintes do Decreto Regulamentar nº 86/82 de 12 de Novembro.

MB-Entidade **10559**
 MB-Referência **346 184 584**
 Tipo de Pag.

1º Aviso 2º Aviso Lanç. Juros Anulada Nota Cred Recibo Pago

E. Enviada; P - Pago; R - Recibo Escolha o Ano de referência - **2018**

JUNTA DE AGRICULTORES DOS REGADIOS DE RÓDÃO **FACTURAS**

Figura 6 – Módulo de preparação das facturas.

Nas tarefas de acompanhamento da Estação Elevatória da Coutada, tem sido executada a monitorização da mesma, com o registo dos dados observados nos diferentes mostradores (painel do sistema do automático, contadores de horas, caudalímetros e manómetros de pressão). Neste módulo é igualmente efectuada e registada a observação dos equipamentos quanto a outras eventuais situações passíveis de aviso (por exemplo a temperatura das turbinas das bombas, e o estado dos filtros). Deste modo, regularmente, especialmente na época da Campanha de Rega, são registadas as leituras por tipo de abastecimento, data e hora e situação do estado da estação, o registo sobre o armazenamento da Barragem da Coutada, os registos dos equipamentos instalados na sala de instrumentação e comando, dados das bombas instaladas, caudalímetro, filtros compressor (Figura 7).



Figura 7 – Módulo de monitorização da Estação Elevatória da Coutada.

Ao longo da exploração dos dois Aproveitamentos Hidroagrícolas, tem sido efectuado o acompanhamento do armazenamento das duas barragens (Barragem do Açafal e Barragem da Coutada) (Figura 8). Este procedimento é essencial para se ter um conhecimento da situação de armazenamento disponível durante a Campanha de Rega, relativamente às dotações anuais previstas para as culturas instaladas. No caso da Barragem do Açafal, tem sido emitido na página web informação semanal, quanto ao armazenamento e à sua evolução durante a Campanha de Rega.

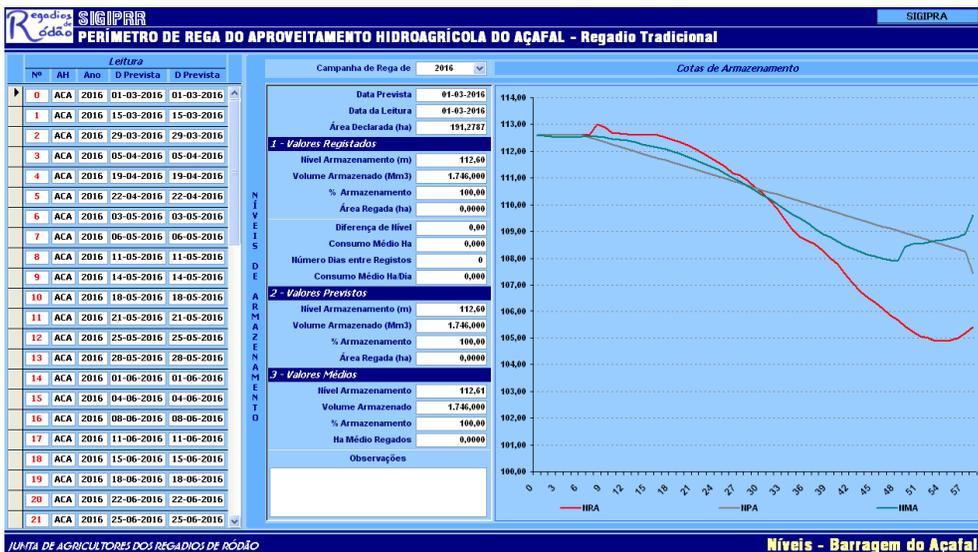


Figura 8 – Módulo de monitorização das barragens, exemplo da barragem do Açafal (NRA - Nível Real de Armazenamento; NPA- Nível Previsto de Armazenamento ; NMA-Nível Máximo de Armazenamento).

A rede de distribuição da água dos dois Perímetros de Rega, foi convertida e corrigida a partir das peças originais e telas finais da obra, tendo sido rectificadas a sua localização (traçado e equipamentos) por georeferenciação localizada (levantamento por GPS), e integrada no SIGIPR de forma a proceder-se à rectificação da sua codificação permitindo ter uma base de dados actualizada de todos os seus componentes. Procedeu-se assim ao registo das características da rede de condutas, equipamentos, acessórios e rede de hidrantes.

3 | DADOS METEOROLÓGICOS E NECESSIDADES HÍDRICAS DAS CULTURAS

Esta funcionalidade do sistema SIGIPRR, constituída pela Rede Meteo e pelos dados que permitem o cálculo da evapotranspiração cultural (ETc) (Figura 9), pode ser acedida autonomamente ou via menu do AH da Coutada/Tamujais. Esta funcionalidade nasce da intenção de compilar toda a informação disponível da Estação Meteorológica Automática (EMA) da Agência Portuguesa do Ambiente com a identificação 16K/01G, relativa aos dados de precipitação e vento desde 1931, da informação da EMA da Coutada (sob a responsabilidade da DRAPC) com dados desde 2008, relativa aos dados de precipitação, temperatura, humidade relativa, da informação da EMA da ESACB instalada na Estação de Bombagem do Açafal relativa aos dados de precipitação desde 2016, e da informação da EMA do Monte do Cabeço (particular), relativa aos dados de precipitação, temperatura, humidade relativa, vento e radiação solar. Posteriormente, e face aos dados disponíveis, tornou-se possível disponibilizar a informação relativa às Horas de Frio, do factor Kc (Coeficiente Cultural), à ETo (Evapotranspiração de referência), ao factor Kc (Coeficiente Cultural) e à ETc (Evapotranspiração da cultura), calculados pela metodologia da FAO (Allen *et al*, 1998).



Figura 9 – Menu principal da Rede Meteo e dos dados que permitem o cálculo da evapotranspiração cultural (ETc).

3.1 Rede Meteo

Na rede de estações meteorológicas estão disponíveis as actuais estações em serviço referidas anteriormente, sendo possível nesta funcionalidade a introdução de novas estações, ou a alteração/actualização de informação relativa às mesmas (Figura 10). Os dados meteorológicos recolhidos nas estações são registados por forma a ter-se um conjunto de valores passível de ser usado para diferentes cálculos.

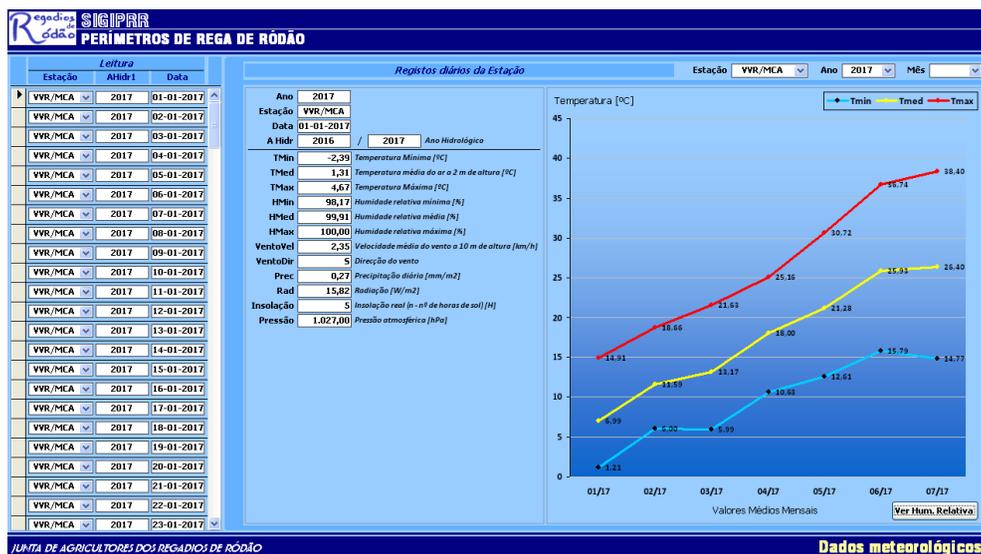


Figura 10 – Módulo dos dados meteorológicos das Estações Meteorológicas, com gráfico de temperatura mínima, máxima e média.

3.2 Dados dos solos e das culturas

Para os dados relativos aos solos foi adicionada a esta funcionalidade uma tabela com o tipo e textura dos solos mais comuns. Através de análises laboratoriais de amostras de solos recolhidas em parcelas, é possível a introdução de novos dados para solos que ainda não constem na respectiva base (Figura 11).

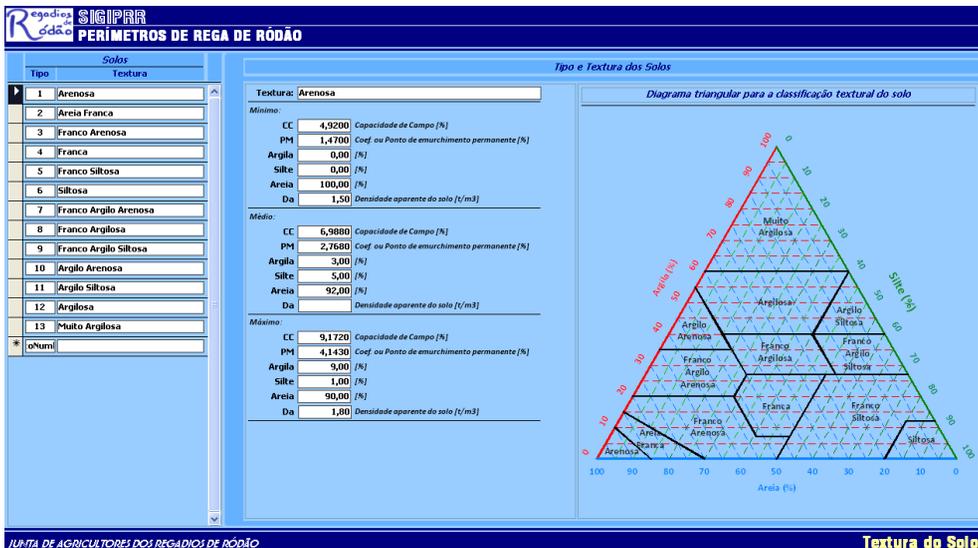


Figura 11 – Módulo com as características dos solos mais representativos nos AHs, de acordo com a classe textural.

O factor k_c (coeficiente cultural) contempla o efeito integrado das características de uma determinada cultura ao longo do seu período de desenvolvimento, como sejam, altura, albedo, resistência à transferência de vapor de água para a atmosfera (depende da área foliar, idade da cultura e do controlo estomático), e da evaporação da parte exposta do solo (Allen *et al*, 1998). Evapotranspiração cultural ajustada (ET_{caj}), é referente à evapotranspiração de uma cultura cujo desenvolvimento não se verifica em condições agronómicas e ambientais óptimas, nomeadamente sob stress hídrico. No ciclo de desenvolvimento das culturas, e segundo a metodologia da FAO (Allen *et al*, 1998) para cálculo das necessidades hídricas, são consideradas quatro fases, tendo inerentes diferentes valores do factor k_c (Figura 12).

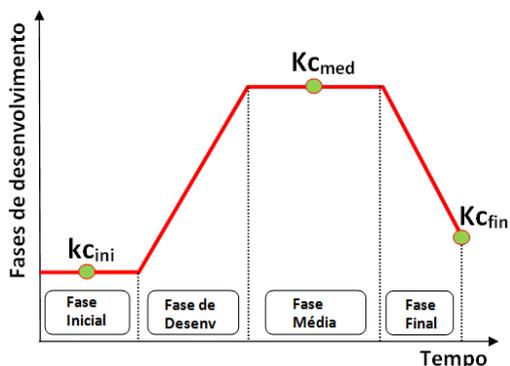


Figura 12 – Fases de desenvolvimento de uma cultura genérica e valores do coeficiente k_c (Duarte, 2016).

O conhecimento da duração de cada fase de desenvolvimento, e dos três valores do factor kc previstos nesta metodologia, permite o desenho da curva daquele factor válida para o ciclo completo de desenvolvimento de determinada cultura, como podemos ver no ambiente da aplicação SIGIPR exemplificado para a cultura do milho (variedade FAO 600) (Figura 13). No módulo de Culturas é possível registar o acompanhamento das fases de uma determinada cultura, tendo como referência os valores tabelados de Kc (Allen *et al*, 1998), e posteriormente atualizá-lo com os dados verificados experimentalmente. Deste modo torna-se possível criar registos anuais para uma determinada cultura, que poderá constituir uma referência em anos seguintes para o mesmo tipo de cultura.

PERIMETROS DE REGA DE RÔDÃO

Culturas

Ano	AHid1	Descrição
2016	2016R061P1	
2016	2016R061P2	
*	0	

Fases das Culturas

Ano: 2016, CodCult: 2016R061P1, TipCult: MILH600, Parcela: BL002, CodReg: 61

Desc:

Tipo de Solo: Franca, Argila (%): , Silte (%): , Areia (%):

CC: CE: Uz: Uz%: Da:

Fase	Data	Descrição	Dias	Kc	Data Prev	ias Pre	Kc de referência
1	25-05-2016	Sementeira	0	0,40	25-05-2016	0	Kc ini
2	30-05-2016	Emergência (10%)	5	0,40	30-05-2016	5	
3	17-06-2016	Desenvolvimento vegetativo rápido	23	0,68	17-06-2016	18	
4	22-07-2016	Floração	58	1,15	22-07-2016	15	Kc mid
5	11-08-2016	Formação espiga	98	1,24	11-08-2016	20	
6	11-09-2016	Maturação	129	1,19	11-09-2016	31	
7	07-10-2016	Colheita	155	0,35	07-10-2016	26	Kc end
*	0		0	0,00		0	

Actualizar

Dados das Culturas

Figura 13 – Módulo com os valores do coeficiente cultural único (Kc) para a cultura do milho (variedade FAO 600), necessários ao cálculo da ETC.

3.3 Cálculo da Evapotranspiração

A rega tem por objectivo compensar as plantas pelas perdas de água ocorridas através da evapotranspiração, sendo a quantidade de água a fornecer e o momento mais favorável dependentes de vários factores, nomeadamente meteorológicos, da cultura e seu estado fenológico, do desenvolvimento radicular e das propriedades do solo (Duarte *et al*, 2021).

O conceito de necessidades hídricas da cultura pode ser definido como a quantidade de água de rega, complementar à precipitação, que é requerida pela cultura para alcançar os níveis de produção pretendidos dentro de padrões de qualidade requeridos, ao mesmo tempo que permite manter um equilíbrio no balanço de sais na zona radicular (Duarte, 2006). Numa aceção simplificada do balanço de água no solo, o volume de água requerido

pela cultura será o que, num determinado período de tempo e em determinadas condições de exploração e do meio, foi perdido por evaporação e por transpiração num processo conjunto denominado de evapotranspiração (Duarte, 2016; Isidoro *et al*, 2004).

As perdas de água por evaporação, processo essencialmente físico, verificam-se sobretudo a partir da superfície do solo; as perdas por transpiração, processo essencialmente fisiológico, ocorrem a partir dos estomas das plantas. Dado serem diferentes as características da actividade fisiológica dos vários tipos de plantas, bem como as condições de exploração e do meio (tipo de solo, rega, fertilizações, controlo de doenças), são estabelecidos vários conceitos de evapotranspiração (Allen *et al*, 1998; Pereira, 2005).

Evapotranspiração de referência (ET₀), diz respeito à taxa de evapotranspiração de uma cultura de referência, sob condições de pleno conforto hídrico, sendo o seu cálculo normalmente efectuado pela Equação de Penman-Monteith (Monteith and Unsworth 1990; Allen *et al*, 1998). Este conceito de evapotranspiração, sob as condições especificadas torna-se assim um parâmetro climático. Na Figura 14 está exemplificado o módulo do cálculo da ET₀ pela Equação de Penman-Monteith para o dia 20 de Junho de 2017.

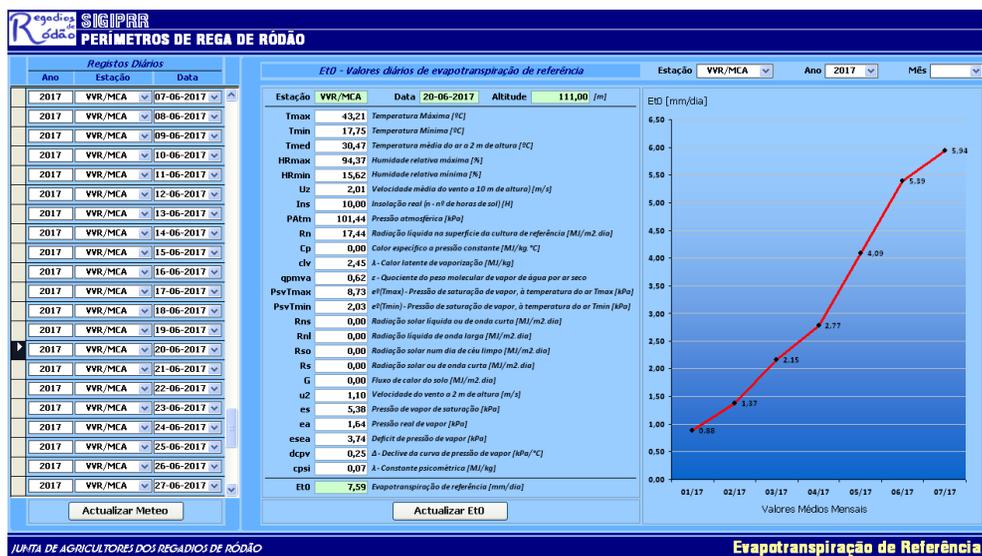


Figura 14 – Exemplo cálculo da Evapotranspiração de Referência diária (ET₀) calculada pela Equação de Penman- Monteith (Allen *et al*, 1998) para o dia 20 de Junho de 2017, e sua evolução ao longo do ano de 2017.

O conceito de Evapotranspiração cultural (ET_c), refere-se à perda de água para a atmosfera de uma determinada cultura que, sob determinadas condições climáticas (ET₀), se desenvolve em condições óptimas de manejo e do meio. A reposição de água, através da rega, numa taxa equivalente à ET_c, conduz a uma produção otimizada nas

condições climáticas especificadas. Com a disponibilidade de dados meteorológicos diários, tomados de forma automática das estações meteorológicas da zona deste aproveitamento hidroagrícola, suficientes para cálculo da ETo em ambiente da aplicação SIGIPR, e conhecida a curva do fator Kc, é possível o cálculo diário da ETC de uma cultura em ambiente da aplicação SIGIPR, ou seja, das necessidades hídricas diárias (Figura 15). A fórmula para o seu cálculo é a seguinte:

$$ETc = ETo \times Kc,$$

na qual as variáveis têm o significado que já foi referido anteriormente.

The screenshot displays the SIGIPR software interface for calculating daily crop evapotranspiration (ETc). The main window is titled "PERIMETROS DE REGA DE RÔDÃO". On the left, there is a calendar for selecting dates from 2016. The central panel shows the "Etc - Valores diários de evapotranspiração da cultura" for the year 2016, with various parameters like Kc, Kcend, and KcendB. On the right, there is a table of crop development stages with their respective Kc values and dates.

Fase	Data	Descrição	Dias	Kc	Data Prev	D Prev
1	25-05-2016	Sementeira	0	0,40	25-05-2016	0
2	30-05-2016	Emergência (10%)	5	0,40	30-05-2016	5
3	17-06-2016	Desenvolvimento vegetativo rápido	23	0,68	17-06-2016	18
4	22-07-2016	Floração	50	1,15	22-07-2016	15
5	11-08-2016	Formação espiga	98	1,24	11-08-2016	20
6	11-09-2016	Maturação	129	1,19	11-09-2016	31
7	07-10-2016	Colheita	155	0,35	07-10-2016	26

Figura 15 - Exemplo de cálculo da Evapotranspiração cultural diária (ETc) pela metodologia proposta pela FAO (Allen *et al*, 1998), para um dia da campanha de rega de 2016.

Os módulos da aplicação SIGIPR anteriormente exemplificados nesta secção, encontram-se presentemente operacionais para uma parte das culturas que são praticadas neste perímetro de rega. É incontornável o uso eficiente da água usada na agricultura, e a obtenção de bons indicadores de aplicação da água (Lorite *et al*, 2004), dado o panorama de escassez que se tem vindo a verificar nos últimos anos, e pelo seu custo já elevado em alguns perímetros de rega, agravado no futuro pelos cenários previstos de alterações climáticas, e pelo previsível aumento do seu custo pela pressão da procura (Burt *et al*, 1997; Duarte e Mateos, 2021).

4 | CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste projecto tem permitido ter uma visão integrada das múltiplas questões técnicas e de gestão de um aproveitamento hidroagrícola, cuja

actividade deve garantir que a água, muitas vezes escassa, deve ser usada respeitando os princípios de um uso equitativo, eficiente e preventivo (Pereira *et al*, 2009). Por outro lado, as acções de gestão inerentes a um regadio colectivo são múltiplas e complexas, num quadro de resolução das questões que deve ser parcimoniosa, objectiva e executada em tempo oportuno (Lozano e Mateos, 2008). As ferramentas informáticas como o SIGIPR, desenvolvida neste projecto, quando convenientemente concebidas ou adaptadas às circunstâncias de cada realidade, revelam-se de enorme potencial na gestão eficiente de um perímetro de rega. No início de cada campanha, o uso dos módulos Cadastro, Parcelar, Proprietários e Campanha de Rega, alguns conectados com informação georreferenciada em ambiente SIG, tem-se mostrado grandemente facilitador na actualização dos regantes e do panorama cultural, podendo ser posteriormente confirmada no campo com recurso a um módulo específico da aplicação SIGIPR. Por outro lado, no final da campanha de rega, e considerando a informação já adquirida no início da mesma, a emissão automática das facturas a serem cobradas a cada regante, e se for necessário a emissão de vários avisos, representa um enorme ganho de eficiência e de oportunidade nesta actividade de gestão. O conhecimento georeferenciado e actualizado da rede de condutas, permite uma resposta mais rápida e eficaz na resolução de problemas no decorrer da campanha de rega. A monitorização do armazenamento nas albufeiras ao longo da campanha de rega, e a sua análise gráfica e a comparação com o comportamento de outras campanhas de rega, permite prevenir a eventual escassez de água considerando o panorama cultural e as necessidades hídricas projectadas até ao final da campanha. O módulo de cálculo da evapotranspiração cultural, das múltiplas culturas praticadas nos aproveitamentos hidroagrícolas considerados neste estudo, deverá mostrar-se de grande utilidade para os agricultores, que poderão contar com um serviço de aconselhamento para as dotações a praticar podendo reflectir-se em diminuição de custos da água de rega, e para a Junta de Agricultores dos Regadios de Rodão que poderá oferecer um serviço que permitirá um uso mais eficiente da água na agricultura de regadio.

AGRADECIMENTO

Este estudo foi financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito da Unidade de I&D Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade – CERNAS/IPCB – Projecto UIDB/ Project UIDB/00681/2020.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. **FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56**, Rome.

BURT, C. M., CLEMMENS, A. J., STRELKOFF, T. S., SOLOMON, K. H., BLIESNER, R. D., HARDY,

L. A., HOWELL, T. A., EISENHAUER, D. E. 1997. **Irrigation performance measures: efficiency and uniformity**. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 123: 423-442.

DGADR. 2016. **Sistema de Informação do Regadio**. Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural, Disponível em <http://sir.dgadr.pt/>.

DUARTE, A. C., PATANITA, M., TOMAZ, A. 2021. **Balanco hídrico do solo e uso da água no trigo (*triticum aestivum* L.): um caso de estudo em condições mediterrânicas**. In: AGRÁRIAS – Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo VOL VI, Ed: Spers, E. E., Editora ARTEMIS, Curitiba, Brasil.

DUARTE, A. C., MATEOS, L. 2021. **How changes in cropping intensity affect water usage in an irrigated Mediterranean catchment**. Agricultural Water Management 260,107274.

DUARTE, A. C. 2017. **O uso da água na agricultura em Portugal Parte I - Evolução da agricultura de regadio; aspetos sociais e institucionais**. Revista EGITANEA CIENCIA, Instituto Politécnico da Guarda, v.1, n.20, 7-28.

DUARTE, A. C. 2016. **A rega da cultura do pessegueiro**. In: +Pêssego – Guia Prático da Produção, Volume I, Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional, 214 pp.

DUARTE, A. C. 2006. **Contaminación difusa originada por la actividad agrícola de riego, a la escala de la cuenca hidrográfica**. PhD Thesis, Universidad de Córdoba, España.

ISIDORO, D., QUÍLEZ, D., ARAGÜÉS, R. 2004. **Water balance and irrigation performance analysis: La Violada irrigation district (Spain) as a case study**. Agricultural Water Management 64: 123-142.

LORITE, I. J., MATEOS, L., FERERES, E. 2004. **Evaluating irrigation performance in a Mediterranean environment. II. Variability among crops and farmers**. Irrigation Science 23: 85-92.

LOZANO, D., MATEOS, L. 2008. **Usefulness and limitations of decision support systems for improving irrigation scheme management**. Agricultural Water Management 95: 409-418.

MONTEITH, J. L., UNSWORTH, M. H. 1990. **Principles of environmental physics**. 2nd edn, Edward Arnold, London.

PEREIRA, L. S., CORDERY, I., LACOVIDES, I. 2009. **Coping with Water Scarcity – Addressing the Challenges**. Springer Science+Business.

PEREIRA, L. S. 2005. **Necessidades de Água e Métodos de Rega**. Publicações europa-América, Lisboa.